

SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD

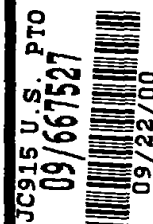
Patent Number: JP7221017
Publication date: 1995-08-18
Inventor(s): OTANI HISASHI; others: 02
Applicant(s):: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD
Requested Patent: ☒ JP7221017
Application Number: JP19940031824 19940203
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/20 ; C30B29/06 ; H01L21/268 ; H01L27/12 ; H01L29/786 ; H01L21/336
EC Classification:
Equivalents: CN1113032

Abstract

PURPOSE:To make it possible to form a crystallized silicon film by using a catalytic element for accelerating crystallization.

CONSTITUTION:An ultra-thin oxide film 13 is formed on an amorphous silicon film 12 on a glass substrate 11. A solution 14 of acetic acid with an added catalytic element like nickel of 10 to 200ppm in adjusted quantity is dropped thereon. The substrate 11 is held in this state for a given time and subjected to spin drying using a spinner 15. Then, a heat treatment step at 550 deg.C is carried out for 1 hour to form a crystal nucleus on the surface of the amorphous silicon film 12. In addition, a laser beam is cast to the side face of the crystal nucleus to accelerate crystal growth when a crystalline silicon film is formed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-221017

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/20		8418-4M		
C 3 0 B 29/06	Z	8216-4G		
H 0 1 L 21/268	Z			
27/12	R			
		9056-4M	H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y

審査請求 有 請求項の数20 F D (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-31824

(22) 出願日 平成6年(1994)2月3日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 大谷 久

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 宮永 昭治

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 竹山 順一

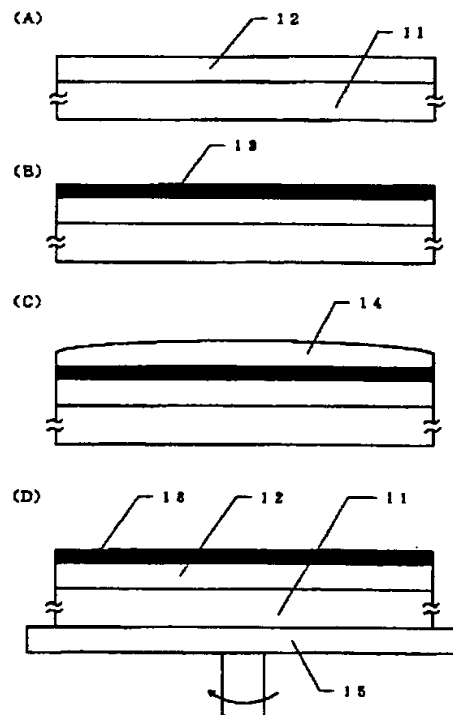
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【目的】 結晶化を助長する触媒元素を用いて、結晶性を有する珪素膜を形成する。

【構成】 ガラス基板 11 上に形成された非晶質珪素膜 12 上に極薄の酸化膜 13 を形成し、ニッケル等の触媒元素を 10~200ppm (要調整) 添加した酢酸塩溶液等の水溶液 14 を滴下する。この状態で所定の時間保持し、スピナー 15 を用いてスピンドライを行なう。そして、550℃、1時間の加熱処理を行ない非晶質珪素膜 12 の表面に結晶核を形成する。さらにレーザー光を結晶核が形成された面側から行なうことによって、結晶成長を行なわせ結晶性珪素膜を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非晶質珪素膜を形成する工程と、
前記非晶質珪素膜に結晶核を導入する工程と、
前記結晶核から結晶成長せしめ結晶性珪素膜を得る工程と、
を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項 2】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、
前記非晶質珪素膜の表面または裏面に結晶核を導入する工程と、
前記結晶核から結晶成長せしめ結晶性珪素膜を得る工程と、
を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項 3】 絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜に結晶化を助長する触媒元素を導入する工程と、
エネルギーを与えることにより前記触媒元素が導入された非晶質珪素膜中に結晶核を形成する工程と、
前記結晶核が形成された非晶質珪素膜にレーザー光または強光を照射し、前記結晶核から結晶成長せしめる工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 4】 絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜表面に結晶化を助長する触媒元素を導入する工程と、
エネルギーを与えることにより前記触媒元素が導入された非晶質珪素膜表面およびその近傍に結晶核を形成する工程と、
前記結晶核が形成された非晶質珪素膜にレーザー光または強光を照射し、前記結晶核から結晶成長せしめる工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 5】 絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜裏面に結晶化を助長する触媒元素を導入する工程と、
エネルギーを与えることにより前記触媒元素が導入された非晶質珪素膜裏面およびその近傍に結晶核を形成する工程と、
前記結晶核が形成された非晶質珪素膜にレーザー光または強光を照射し、前記結晶核から結晶成長せしめる工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 6】 請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 において、
触媒元素として、Ni、Pd、Pt、Cu、Ag、Au、In、Sn、Pb、As、Sb から選ばれた一種または複数種類の元素が用いられたことを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項 7】 請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 において、

触媒元素として、VIII 族、IIIB 族、IVb 族、Vb 族元素から選ばれた一種または複数種類の元素が用いられたことを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項 8】 請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 において、
非晶質珪素膜中における触媒元素の濃度が、 $1 \times 10^{16} \text{ atoms cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms cm}^{-3}$ であることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項 9】 非晶質珪素膜中に該非晶質珪素膜を構成する非晶質珪素より熱伝導率が高い材料を導入する工程と、
レーザー光または強光を照射することにより前記材料を結晶核として結晶成長を行なう工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 10】 非晶質珪素膜中に該非晶質珪素膜を構成する非晶質珪素より熱伝導率が高い領域を形成する工程と、
レーザー光または強光を照射することにより前記領域を結晶核として結晶成長を行なう工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 11】 非晶質珪素膜の一方の面およびその近傍に結晶核を形成する工程と、
前記結晶核が形成された面側からレーザー光または強光を照射することにより前記結晶核から結晶成長を行わず工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 12】 非晶質珪素膜の一方の面およびその近傍に結晶成分を形成する工程と、
前記面側からレーザー光または強光を照射し、前記結晶成分を結晶成長させ、前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、
を有する半導体装置作製方法。

【請求項 13】 非晶質珪素膜の一方の面に触媒元素を導入する工程と、
前記触媒元素が導入された面およびその近傍に結晶成分を形成する工程と、
前記面側からレーザー光または強光を照射し、前記結晶成分を結晶成長させ、前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、
を有する半導体作製方法。

【請求項 14】 非晶質珪素膜中にレーザー光または強光に対する透過率が前記非晶質珪素より高く、かつ熱伝導率が前記非晶質珪素膜より高い領域を形成する工程と、
前記非晶質珪素膜にレーザー光または強光を照射し、前記領域より結晶成長を行なう工程と、
を有する半導体作製方法。

【請求項 15】 レーザー光または強光に対する透過率が非晶質珪素より高い領域にレーザー光または強光が照射されることによって結晶化された結晶性珪素半導体膜を有する半導体装置。

【請求項 16】一方の面の表面およびその近傍に形成されたレーザー光または強光に対する透過率が非晶質珪素より高い領域側よりレーザー光または強光が照射されることによって結晶化された結晶性珪素半導体膜を有する半導体装置。

【請求項 17】非晶質珪素膜の一方の面側に結晶核が導入され、該結晶核が導入された面側から結晶成長が行われたことを特徴とする結晶性珪素膜を有する半導体装置。

【請求項 18】非晶質珪素膜の一方の面側に形成された結晶成分から結晶成長が行われたことを特徴とする結晶性珪素半導体膜を用いた半導体装置。

【請求項 19】結晶化を助長する触媒元素を含んだ溶液を非晶質珪素膜の表面に接して保持する工程と、エネルギーを与え前記非晶質珪素膜の表面およびその近傍に結晶核を形成する工程と、前記非晶質珪素膜の表面側からレーザー光または強光を照射し、前記結晶核から結晶成長を行なう工程と、を有する半導体装置の作製方法。

【請求項 20】非晶質珪素膜の一方の表面に結晶性を助長する触媒元素を導入する工程と、強光を照射することにより前記非晶質珪素膜の一方の表面およびその近傍に結晶核を形成する工程と、前記非晶質珪素膜の一方の表面側よりレーザー光または強光を照射することにより前記結晶核から結晶成長を行う工程と、を有する半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は結晶性を有する半導体を用いた半導体装置およびその作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜半導体を用いた薄膜トランジスタ（以下TFTと記載する）が知られている。このTFTは、基板上に薄膜半導体を形成し、この薄膜半導体を用いて構成されるものである。このTFTは、各種集積回路に利用されているが、特に電気光学装置特にアクティブマトリックス型の液晶表示装置の各画素の設けられたスイッチング素子、さらには周辺回路部分に形成されるドライバー素子として注目されている。

【0003】TFTに利用される薄膜半導体としては、非晶質珪素膜を用いることが簡便であるが、その電気的特性が低いという問題がある。TFTの特性向上を得るためには、結晶性を有するシリコン薄膜を利用すればよい。結晶性を有するシリコン膜は、多結晶シリコン、ポリシリコン、微結晶シリコン等と称されている。この結晶性を有するシリコン膜を得るためには、まず非晶質珪素膜を形成し、しかる後に加熱あるいはレーザー光等の照射によって結晶化されればよい。

【0004】しかしながら、加熱による結晶化は、加熱

温度が600℃以上の温度で10時間以上の時間を掛けることが必要であり、基板としてガラス基板を用いることが困難であるという問題がある。例えば一般にアクティブ型の液晶表示装置に用いられるコーニング7059ガラスはガラス歪点が593℃であり、基板の面積化を考慮した場合、600℃以上の加熱を行うことは工業的に問題がある。またレーザーを用いた結晶化方法は、エキシマレーザーの様な短パルスレーザーを用いることにより殆どガラス基板の熱による歪み等を無視することができる優れた方法であるが、素子を形成した際のばらつきが大きく、次世代技術の感が強い。このばらつきの原因としては、レーザー光の安定性の不足がその一因であり、これについては今後次第に解消されと考えられる。しかし、更に大きな要因として、レーザー光照射部分の温度分布を挙げることができる。これを更に説明する。

【0005】〔発明の背景〕本発明者らは、上記の様な非晶質珪素の結晶化に付随する問題点を解決するために、熱結晶化を促進する方法、及びレーザー結晶化におけるばらつきの低減方法の2つの検討を行った。そして前者に関しては、非晶質珪素膜の表面にニッケルやパラジウム、さらには鉛等の元素を微量に堆積させ、しかる後に加熱することで、550℃、4時間程度の処理時間で結晶化を行なえることを確認している。

【0006】上記のような微量な元素（結晶化を助長する触媒元素）を導入するには、プラズマ処理や蒸着、さらにはイオン注入を利用すればよい。プラズマ処理とは、平行平板型あるいは陽光柱型のプラズマCVD装置において、電極として触媒元素を含んだ材料を用い、窒素または水素等の雰囲気中でプラズマを生じさせることによって非晶質珪素膜に触媒元素の添加を行なう方法である。

【0007】しかしながら、上記のような元素が半導体中に多量に存在していることは、これら半導体を用いた装置の信頼性や電氣的安定性を阻害するものであり好ましいことではない。

【0008】即ち、上記のニッケル等の結晶化を助長する元素（本明細書では、結晶化を助長する元素を触媒元素という）は、非晶質珪素を結晶化させる際には必要であるが、結晶化した珪素中には極力含まれないようにすることが望ましい。この目的を達成するには、触媒元素として結晶性珪素中で不活性な傾向が強いものを選ぶと同時に、結晶化に必要な触媒元素の量を極力少なくし、最低限の量で結晶化を行なう必要がある。そしてそのためには、上記触媒元素の添加量を精密に制御して導入する必要がある。

【0009】また、ニッケルを触媒元素とした場合において、非晶質珪素膜を成膜し、ニッケル添加をプラズマ処理法によって行ない結晶性珪素膜を作製し、その結晶化過程等を詳細に検討したところ以下の事項が判明し

た。

(1) プラズマ処理によってニッケルを非晶質珪素膜上に導入した場合、熱処理を行なう以前に既に、ニッケルは非晶質珪素膜中のかなりの深さの部分まで侵入している。

(2) 結晶の初期核発生は、ニッケルを導入した表面から発生している。

(3) 蒸着法でニッケルを非晶質珪素膜上に成膜した場合であっても、プラズマ処理を行なった場合と同様に結晶化が起こる。

【0010】上記事項から、プラズマ処理によって導入されたニッケルが全て効果的に機能していないということが結論される。即ち、多量のニッケルが導入されても十分に機能していないニッケルが存在していると考えられる。このことから、ニッケルと珪素が接している点(面)が低温結晶化の際に機能していると考えられる。そして、可能な限りニッケルは微細に原子状に分散していることが必要であることが結論される。即ち、「必要なのは非晶質珪素膜の表面近傍に低温結晶化が可能な範囲内で可能な限り低濃度のニッケルが原子状に分散して導入されればよい」ということが結論される。

【0011】非晶質珪素膜の表面近傍のみに極微量のニッケルを導入する方法、言い換えるならば、非晶質珪素膜の表面近傍のみ結晶化を助長する触媒元素を極微量導入する方法としては、蒸着法を挙げることができるが、蒸着法は制御性が悪く、触媒元素の導入量を厳密に制御することが困難であるという問題がある。

【0012】また、触媒元素の導入量は極力少ないことが必要とされるが、この場合、結晶性が不良となる問題が生じ、適切な量の触媒元素の制御が重要である。

【0013】次に、レーザー結晶化の際の特性のばらつきについては、検討の結果、レーザー照射部内での温度分布に起因する結晶性の相違及び核発生が偶発的であることの2点が主たる原因であるとの認識に到った。この理由について更に詳細に説明すると、レーザー光の強度分布は一般的にガウス分布を持っており、この分布に伴い非晶質珪素膜の温度も分布を有する。その結果、溶融あるいは一部溶融を経由する結晶化過程において、温度の低いところあるいは熱の拡散の高いところから非晶質珪素膜の融点以下となり結晶化が発生する筈であるが、この部分に必ずしも結晶核が存在するとは限らず、過冷却液体が結晶核と触れたところで爆発的に結晶化が起こることが予想される。また、その結晶核自身も酸化珪素との界面の凹凸等であるため均一な結晶化が困難であると予想されるのである。

【0014】この現象を回避するためには、溶融部分が最初に融点以下の温度に下がる部分と、結晶核が存在する部分が一致していることが望ましい。その為に発明者らはレーザー結晶化の前に予め制御された結晶核を導入し、その後レーザー結晶化を施すことを試みた。その結

果、結晶核が非晶質珪素よりもレーザー光の透過率が高く、熱伝導率の高い材料を用いた場合、即ち非晶質珪素よりも早く珪素の融点以下に低下する材料を用いた場合には、そこから結晶成長が始まり、良好な結晶性珪素薄膜を得ることが可能であることを見出した。このような材料としては多くの結晶性材料をその候補として挙げるができるが、その中でも特にエピタキシャル成長可能な材料として、結晶性珪素の微小な結晶粒、あるいは非晶質珪素にニッケル触媒を添加後加熱して得られるニッケルシリサイド等が特に望ましいことが判明した。

【0015】そして結晶核を導入する場所であるが、非晶質珪素膜の全体に均一に導入するのではなく、基板に対して上側の界面あるいは下地との界面近傍に導入し、且つレーザー光の照射方向を結晶核が導入された界面側から照射することにより最も特性の良い結晶性珪素膜が得られることが判明した。界面に結晶核を導入することは、結晶成長が膜厚方向に十分に可能であることによると考えられ、一つの結晶粒を大きくする効果があるものと考えられる。またレーザーの照射方向については、結晶核を通してその界面を特に加熱する効果、あるいは膜厚方向での温度勾配の効果等に起因することが考えられるが、これについては完全には機構は解明できていない。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明はガラス上に良好な結晶性珪素膜を作製する方法を提供することを課題とする。さらにまた、固相成長法を用いたものと同様の安定性と、レーザー結晶化を用いた場合と同程度の高い結晶性を兼ね備えたものを得る方法を提供することを課題とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜に結晶核を導入する工程と、前記結晶核から結晶成長せしめ結晶性珪素膜を得る工程と、を有することを基本的な構成とする。

【0018】非晶質珪素膜に結晶核を導入するには、ニッケル等の結晶化を助長する元素を非晶質珪素膜の表面に導入し、しかる後に加熱や光照射(赤外線の照射)によってエネルギーを供給することによって行われる。

【0019】そしてこの結晶核から結晶成長を行うには、この結晶核が形成された面側からレーザー光を強光を照射すればよい。

【0020】本発明は、非晶質珪素膜に接して該非晶質珪素膜の結晶化を助長するニッケルを代表とする触媒元素単体または前記触媒元素を含む化合物を保持させ、前記非晶質珪素膜に前記触媒元素単体または前記触媒元素を含む化合物が接した状態において、ガラス基板に影響を与えない程度の低温で加熱処理を施し、前記非晶質珪素膜を一部結晶化させ、結晶核を形成することを第一の特徴とする。そして、その後レーザー光または強光を照

射して結晶化を施すことにより、予め形成されていた微小な結晶性珪素を結晶核とする擬エピタキシャルな結晶成長を行うことにより良好な結晶性を有する結晶性珪素薄膜を得ることを第二の特徴とする。

【0021】結晶化を助長する触媒元素の導入方法としては、触媒元素を含む溶液を非晶質珪素膜表面に塗布することによる方法が有用である。

【0022】特に本発明においては、非晶質珪素膜の表面に接して触媒元素が導入されることが特徴である。このことは、触媒元素の量を制御する上で極めて重要である。

【0023】触媒元素が導入されるのは、非晶質珪素膜の上面であっても下面であってもよい。非晶質珪素膜の上面に触媒元素を導入するのであれば、非晶質珪素膜を形成した後に、触媒元素を含有した溶液を非晶質珪素膜上に塗布すればよいし、非晶質珪素膜の下面に触媒元素を導入するのであれば、非晶質珪素膜を形成する前に下地表面に触媒元素を含有した溶液を塗布し、下地表面に接して触媒元素を保持する状態とすればよい。

【0024】本発明を利用した半導体装置において、結晶化された珪素半導体膜を用いて、PN、PI、NIその他の電気的接合を少なくとも1つ有する活性領域を構成することは有効である。半導体装置としては、薄膜トランジスタ(TFT)、ダイオード、光センサを用いることができる。

【0025】本発明の構成を採用することによって以下に示すような基本的な有意性を得ることができる。

(a) 溶液中における触媒元素濃度は、予め厳密に制御し結晶性をより高めかつその元素の量をより少なくすることが可能である。

(b) 溶液と非晶質珪素膜の表面とが接触していれば、触媒元素の非晶質珪素への導入量は、溶液中における触媒元素の濃度によって決まる。

(c) 非晶質珪素膜の表面に吸着する触媒元素が主に結晶化に寄与することとなるので、必要最小限度の濃度で触媒元素を導入できる。

(d) 高温プロセスを必要としないで、結晶性の良好な結晶性珪素膜を得ることができる。

【0026】非晶質珪素膜上に結晶化を助長する元素を含有させた溶液を塗布する方法としては、溶液として水溶液、有機溶媒溶液等を用いることができる。ここで含有とは、化合物として含ませるという意味と、単に分散させることにより含ませるという意味との両方を含む。

【0027】触媒元素を含む溶媒としては、極性溶媒である水、アルコール、酸、アンモニアから選ばれたものを用いることができる。

【0028】触媒としてニッケルを用い、このニッケルを極性溶媒に含ませる場合、ニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては、代表的には臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蓚酸ニッケル、炭

酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、4-シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケルから選ばれたものが用いられる。

【0029】また触媒元素を含む溶媒として、無極性溶媒であるベンゼン、トルエン、キシレン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテルから選ばれたものを用いることができる。

【0030】この場合はニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては代表的には、ニッケルアセチルアセトネート、2-エチルヘキサン酸ニッケルから選ばれたものを用いることができる。

【0031】また触媒元素を含有させた溶液に界面活性剤を添加することも有用である。これは、被塗布面に対する密着性を高め吸着性を制御するためである。この界面活性剤は予め被塗布面上に塗布するのでもよい。

【0032】触媒元素としてニッケル単体を用いる場合には、酸に溶かして溶液とする必要がある。

【0033】以上述べたのは、触媒元素であるニッケルが完全に溶解した溶液を用いる例であるが、ニッケルが完全に溶解していなくとも、ニッケル単体あるいはニッケルの化合物からなる粉末が分散媒中に均一に分散したエマルジョンの如き材料を用いてもよい。または酸化膜形成用の溶液を用いるのでもよい。このような溶液としては、東京応化工業株式会社のOCD(Ohka Diffusion Source)を用いることができる。このOCD溶液を用いれば、被形成面上に塗布し、200℃程度でベークすることで、簡単に酸化珪素膜を形成できる。また不純物を添加することも自由であるので、本発明に利用することができる。

【0034】なおこれらのことは、触媒元素としてニッケル以外の材料を用いた場合であっても同様である。

【0035】結晶化を助長する触媒元素としてニッケルを用い、このニッケルを含有させる溶液溶媒として水の如き極性溶媒を用いた場合において、非晶質珪素膜にこれら溶液を直接塗布すると、溶液が弾かれてしまうことがある。この場合は、100Å以下の薄い酸化膜をまず形成し、その上に触媒元素を含有させた溶液を塗布することで、均一に溶液を塗布することができる。また、界面活性剤の如き材料を溶液中に添加する方法により濡れを改善する方法も有効である。

【0036】また、溶液として2-エチルヘキサン酸ニッケルのトルエン溶液の如き無極性溶媒を用いることで、非晶質珪素膜表面に直接塗布することができる。この場合にはレジスト塗布の際に使用されている密着剤の如き材料を予め塗布することは有効である。しかし塗布量が多過ぎる場合には逆に非晶質珪素中への触媒元素の添加を妨害してしまうために注意が必要である。

【0037】溶液に含ませる触媒元素の量は、その溶液

の種類にも依存するが、概略の傾向としてはニッケル量として溶液に対して200ppm~1ppm、好ましくは50ppm~1ppm(重量換算)とすることが望ましい。これは、結晶化終了後における膜中のニッケル濃度に鑑みて決められる値である。

【0038】触媒元素を添加した非晶質珪素膜を加熱処理を行って結晶核を形成した後に、レーザー光の照射を行なうことによって、非晶質珪素膜全面を均一に結晶性珪素膜へと結晶化させることができる。このレーザーによる結晶化工程においては、非常に特異的な現象が観測されている。結晶核を導入しない場合に全面結晶化を行うのに必要なレーザーパワーに比較してかなり小さなレーザーパワーで同程度の結晶化が可能なのである。一般的には、微結晶化した非晶質膜を結晶化するためには、結晶成分を含んでいない膜を結晶化させるよりも高いレーザーパワーが必要(透過率が異なる為に吸収されるレーザーパワーが小さい為)とされているのに対し、それとは逆の傾向であり、このことは今回の発明の大きなメリットの一つでもある。ここで、触媒元素の導入量を調節することにより、結晶化して結晶核となる領域の量を制御しうる。この状態は、全体として見れば結晶性を有する成分と非晶質の成分とが混在する状態ということもできる。ここでレーザー光を照射することによって、この結晶性を有する成分に存在する結晶核から結晶成長を行なわすことができ、結晶性の高い珪素膜を得ることができる。即ち、小さな結晶粒を大きな結晶粒へと成長させることができる。そのため、結晶成長距離、それに付随する結晶粒の大きさ、また結晶粒の数等も、初期に導入する触媒元素の量及びレーザーパワーを適宜設定することにより制御可能であるという特徴をも有する。

【0039】またレーザー光の照射の代わりに、強光特に赤外光を照射する方法を採用してもよい。赤外光はガラスには吸収されにくく、珪素薄膜に吸収されやすいので、ガラス基板上に形成された珪素薄膜を選択的に加熱することができ有用である。この赤外光を用いる方法は、ラビッド・サーマス・アニール(RTA)またはラビッド・サーマル・プロセス(RTP)と呼ばれる。

【0040】本発明においては、触媒元素としてニッケルを用いた場合に最も顕著な効果を得ることができるが、その他利用できる触媒元素の種類としては、好ましくはNi、Pt、Cu、Ag、Au、In、Sn、Pd、P、As、Sbを利用することができる。また、VI族元素、IIb、IVb、Vb元素から選ばれた一種または複数種類の元素を利用することもできる。

【0041】また、触媒元素の導入方法は、水溶液やアルコール等の溶液を用いることに限定されるものではなく、触媒元素を含んだ物質を広く用いることができる。例えば、触媒元素を含んだ金属化合物や酸化物を用いることができる。

【0042】

【実施例】

【実施例1】本実施例では、結晶化を助長する触媒元素を水溶液に含有させて、非晶質珪素膜上に塗布し、しかる後に加熱により結晶化させ、さらにレーザー光の照射により結晶性を高める例である。

【0043】図1を用いて、触媒元素(ここではニッケルを用いる)を導入するところまでを説明する。本実施例においては、基板としてコーニング7059ガラスを用いる。またその大きさは100mm×100mmとする。

【0044】まず、非晶質珪素膜をプラズマCVD法やLPCVD法によってアモルファス状のシリコン膜を100~1500Å形成する。ここでは、プラズマCVD法によって非晶質珪素膜12を1000Åの厚さに成膜する。(図1(A))

【0045】そして、汚れ及び自然酸化膜を取り除くためにフッ酸処理を行い、その後酸化膜13を10~50Åに成膜する。汚れが無視できる場合には、酸化膜13の代わりに自然酸化膜をそのまま用いれば良い。

【0046】なお、この酸化膜13は極薄のため正確な膜厚は不明であるが、20Å程度であると考えられる。ここでは酸素雰囲気中でのUV光の照射により酸化膜13を成膜する。成膜条件は、酸素雰囲気中においてUVを5分間照射することによって行なった。この酸化膜13の成膜方法としては、熱酸化法を用いるのもよい。また過酸化水素による処理によるものでもよい。

【0047】この酸化膜13は、後のニッケルを含んだ酢酸塩溶液を塗布する工程で、非晶質珪素膜の表面全体に酢酸塩溶液を行き渡らせるため、即ち濡れ性の改善の為のものである。例えば、非晶質珪素膜の表面に直接酢酸塩溶液を塗布した場合、非晶質珪素が酢酸塩溶液を弾いてしまうので、非晶質珪素膜の表面全体にニッケルを導入することができない。即ち、均一な結晶化を行うことができない。

【0048】つぎに、酢酸塩溶液中にニッケルを添加した酢酸塩溶液を作る。ニッケルの濃度は25ppmとする。そしてこの酢酸塩溶液を非晶質珪素膜12上の酸化膜13の表面に2ml滴下し、この状態を5分間保持する。そしてスピナーを用いてスピンドライ(2000rpm、60秒)を行う。(図1(C)、(D))

【0049】酢酸溶液中におけるニッケルの濃度は、1ppm以上好ましくは10ppm以上であれば実用になる。また、溶液として2-エチルヘキサン酸ニッケルのトルエン溶液の如き無極性溶媒を用いる場合、酸化膜13は不要であり、直接非晶質珪素膜上に触媒元素を導入することができる。

【0050】このニッケル溶液の塗布工程を、1回~複数回行なうことにより、スピンドライ後の非晶質珪素膜12の表面に数Å~数百Åの平均の膜厚を有するニッケルを含む層を形成することができる。この場合、この層

のニッケルがその後の加熱工程において、非晶質珪素膜に拡散し、結晶化を助長する触媒として作用する。なお、この層というのは、完全な膜になっているとは限らない。

【0051】上記溶液の塗布の後、1分間その状態を保持させる。この保持させる時間によっても、最終的に珪素膜12中に含まれるニッケルの濃度を制御することができるが、最も大きな制御因子は溶液の濃度である。

【0052】そして、加熱炉において、窒素雰囲気中において550度、1時間の加熱処理を行う。この結果、基板11上に形成された一部結晶性を有する珪素薄膜12を得ることができる。即ち、この工程で結晶核を導入することができる。この状態を模式的に示した図を図2(A)に示す。図2(A)には、ガラス基板11上に形成された非晶質珪素膜12の表面にニッケルの導入によって形成された結晶核21が形成されている状態が示されている。

【0053】上記の加熱処理は450度以上の温度で行うことができるが、温度が低いと加熱時間を長くしなければならず、生産効率が低下する。また、550度以上とすると基板として用いるガラス基板の耐熱性の問題が表面化してしまう。

【0054】本実施例においては、非晶質珪素膜上に触媒元素を導入する方法を示したが、非晶質珪素膜下に触媒元素を導入する方法を採用してもよい。この場合は、非晶質珪素膜の成膜前に触媒元素を含有した溶液を用いて、下地膜上に触媒元素を導入すればよい。

【0055】加熱処理に処理により一部結晶性を有する珪素膜12を得たら、KrFエキシマレーザ(波長248nm、パルス幅30nsec)を窒素雰囲気中において200~350mJ/cm²のパワー密度で数ショット照射し、珪素膜12を完全に結晶化せしめる。この工程は、前述した赤外光の照射によってもよい。この工程において、レーザ光を触媒元素が導入され結晶核が形成された珪素膜12の上面側から行うことは重要である。図2(A)、(B)は、レーザ光20が照射されることによって、21で示される結晶核から22で示されるように結晶成長が行われていく様子が示されている。結晶化は図2(A)の矢印で示されるように結晶核21を中心として成長していく。この結晶化が進行することによって、23で示されるような多結晶構造を得ることができる。図2(A)に示す模式図に対応する珪素薄膜の断面写真を図6に示す。図6には、ガラス基板上に形成された非晶質珪素膜の表面にニッケルの導入によって結晶核が形成され、その結晶核がやや成長した状態を示している。図5においてこのやや成長した結晶成分は黒い四角で示されている。なおガラス基板表面には酸化珪素膜が形成されているが、図5に示す写真においてはガラス基板と区別できない。

【0056】〔実施例2〕本実施例は、実施例1におい

て、触媒元素であるニッケル塩の濃度を10ppmとしたものである。その他の処理は全て実施例1と同様である。熱処理後の薄膜を顕微鏡観察した結果、この様に濃度を下げた試料は、実施例1の試料よりも非晶質珪素の部分が多く、また結晶性珪素からなる結晶核の数も半数程度に低下していた。次にレーザ結晶化後の試料をセコエッチ後SEMにより観察してみた。その結果、今回の様に溶液濃度を低下することにより、一つの結晶粒の大きさを、実施例1の場合と比較して大きくすることが可能であることが判明した。

【0057】〔実施例3〕本実施例は、本発明の方法を利用して作製した結晶性珪素膜を用いて、TFTを得る例である。本実施例のTFTは、アクティブマトリックス型の液晶表示装置のドライバー回路や画素部分に用いることができる。なお、TFTの応用範囲としては、液晶表示装置のみではなく、一般に言われる薄膜集積回路に利用できることはいうまでもない。

【0058】本実施例は、非晶質珪素膜の表面側に結晶核を導入し、しかる後にその結晶核が導入された側からレーザ光を照射し、結晶性珪素膜を得る技術を利用したTFTの作製方法に関する。本発明者らの知見によれば、このような構成を採用した場合には、結晶性珪素膜の表面の荒れをレーザ光単独で結晶化を行なう場合と比較して、非常に小さくできることが判明している。これは、珪素薄膜の表面側が結晶性珪素成分を多く含むため、その部分がレーザ光の吸収が小さく、熔融されにくく、その結果として表面の荒れが固相成長単独の場合とほぼ同程度であることに起因すると考えられる。この表面の荒れは、TFTにおいてはキャリアの散乱等の悪影響を及ぼす為、本実施例のような構成を採ることは極めて有用である。

【0059】図3に本実施例の作製工程の概要を示す。まずガラス基板上に下地の酸化珪素膜(図示せず)を2000Åの厚さに成膜する。この酸化珪素膜は、ガラス基板からの不純物の拡散を防ぐために設けられる。

【0060】そして、非晶質珪素膜を実施例1と同様な方法で500Åの厚さに成膜する。そして、自然酸化膜を取り除くためのフッ酸処理の後、薄い酸化膜を20Å程度の厚さに酸素雰囲気でのUV光の照射によって成膜する。この薄い酸化膜の作製方法は、過水処理や熱酸化による方法でもよい。

【0061】そして10ppmのニッケルを含有した酢酸塩溶液を塗布し、5分間保持し、スピナーを用いてスピンドライを行う。その後バッファフッ酸によって酸化珪素膜20と21を取り除き、550度、1時間の加熱によって、珪素膜を一部結晶化させる。この一部結晶化した部分が後のレーザ結晶化工程における結晶核として作用する。この加熱処理を行うことによって、非晶質成分と結晶成分とが混在した珪素膜を得られる。

【0062】そしてKrFエキシマレーザ光を表面側

より200~300mJで照射することにより、結晶性珪素膜を得る。このレーザー光の照射工程においては、基板を400℃程度に加熱する。この工程によって、結晶成分に存在している結晶核を核として結晶成長が行なわれる。

【0063】次に、結晶化した珪素膜をバターニングして、島状の領域104を形成する。この島状の領域104はTFTの活性層を構成する。そして、厚さ200~1500Å、ここでは1000Åの酸化珪素105を形成する。この酸化珪素膜はゲイト絶縁膜としても機能する。(図3(A))

【0064】上記酸化珪素膜105の作製には注意が必要である。ここでは、TEOSを原料とし、酸素とともに基板温度150~600℃、好ましくは300~450℃で、RFプラズマCVD法で分解・堆積した。TEOSと酸素の圧力比は1:1~1:3、また、圧力は0.05~0.5torr、RFパワーは100~250Wとした。あるいはTEOSを原料としてオゾンガスとともに減圧CVD法もしくは常圧CVD法によって、基板温度を350~600℃、好ましくは400~550℃として形成した。成膜後、酸素もしくはオゾンの雰囲気中で400~600℃で30~60分アニールした。

【0065】この状態でKrFエキシマーレーザー(波長248nm、パルス幅20nsec)あるいはそれと同等な強光を照射することで、シリコン領域104の結晶化を助長させてもよい。特に、赤外光を用いたRTA(ラビットサーマルアニール)は、ガラス基板を加熱せずに、珪素のみを選択的に加熱することができ、しかも珪素と酸化珪素膜との界面における界面準位を減少させることができるので、絶縁ゲイト型電界効果半導体装置の作製においては有用である。

【0066】その後、厚さ2000Å~1μmのアルミニウム膜を電子ビーム蒸着法によって形成して、これをバターニングし、ゲイト電極106を形成する。アルミニウムにはスカンジウム(Sc)を0.15~0.2重量%ドーピングしておいてもよい。次に基板をpH≒7、1~3%の酒石酸のエチレングリコール溶液に浸し、白金を陰極、このアルミニウムのゲイト電極を陽極として、陽極酸化を行う。陽極酸化は、最初一定電流で220Vまで電圧を上げ、その状態で1時間保持して終了させる。本実施例では定電流状態では、電圧の上昇速度は2~5V/分が適当である。このようにして、厚さ1500~3500Å、例えば、2000Åの陽極酸化物109を形成する。(図3(B))

【0067】その後、イオンドーピング法(プラズマドーピング法ともいう)によって、各TFTの島状シリコン膜中に、ゲイト電極部をマスクとして自己整合的に不純物(燐)を注入した。ドーピングガスとしてはフォスフィン(PH₃)を用いた。ドーピング量は、1~4×10¹⁵cm⁻²とする。

【0068】さらに、図3(C)に示すようにKrFエキシマーレーザー(波長248nm、パルス幅20nsec)を照射して、上記不純物領域の導入によって結晶性の劣化した部分の結晶性を改善させる。レーザーのエネルギー密度は150~400mJ/cm²、好ましくは200~250mJ/cm²である。こうして、N型不純物(燐)領域108、109を形成する。これらの領域のシート抵抗は200~800Ω/□であった。

【0069】この工程において、レーザー光を用いる代わりに、フラッシュランプを使用して短時間に1000~1200℃(シリコンモニターの温度)まで上昇させ、試料を加熱する、いわゆるRTA(ラビット・サーマル・アニール)(RTP、ラビット・サーマル・プロセスともいう)等のいわゆるレーザー光と同等の強光を用いてもよい。

【0070】その後、全面に層間絶縁物110として、TEOSを原料として、これと酸素とのプラズマCVD法、もしくはオゾンとの減圧CVD法あるいは常圧CVD法によって酸化珪素膜を厚さ3000Å形成する。基板温度は250~450℃、例えば、350℃とする。成膜後、表面の平坦性を得るため、この酸化珪素膜を機械的に研磨する。(図3(D))

【0071】そして、層間絶縁物110をエッチングして、図1(E)に示すようにTFTのソース/ドレインにコンタクトホールを形成し、クロムもしくは窒化チタンの配線112、113を形成する。

【0072】従来、プラズマ処理を用いてニッケルを導入した結晶性珪素膜は、酸化珪素膜に比較してバッファフッ酸に対する選択性が低いので、上記コンタクトホールの形成工程において、エッチングされてしまうことが多かった。

【0073】しかし、本実施例のように10ppmの低濃度で水溶液を用いてニッケルを導入した場合には、耐フッ酸性が高いので、上記コンタクトホールの形成が安定して再現性よく行なうことができる。

【0074】最後に、水素中で300~400℃で0.1~2時間アニールして、シリコンの水素化を完了する。このようにして、TFTが完成する。そして、同時に作製した多数のTFTをマトリクス状に配列せしめてアクティブマトリクス型液晶表示装置として完成する。このTFTは、ソース/ドレイン領域108/109とチャネル形成領域114を有している。また115がNIの電気的接合部分となる。

【0075】本実施例の構成を採用した場合、活性層中に存在するニッケルの濃度は、3×10¹⁸cm⁻³程度あるいはそれ以下の、1×10¹⁶atoms cm⁻³~3×10¹⁸atoms cm⁻³であると考えられる。

【0076】本実施例で作製されたTFTは、移動度がNチャネルで200cm²/Vs以上のものが得られている。またV_{th}も小さく良好な特性を有していることが

確認されている。さらに、移動度のバラツキも±10%以内であることが確認されている。このバラツキの少なさは、加熱処理により結晶核を均一に導入し、しかる後にレーザー光の照射により、結晶化せしめたため、均一な結晶粒を形成できたことに起因するためと考えられる。レーザー光のみを利用した場合には、Nチャケル型で $150\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上のものを容易に得ることができるが、バラツキが大きく、本実施例のような均一性を得ることができない。

【0077】〔実施例4〕本実施例は、非晶質珪素膜の下側（基板と接する側）に結晶核を導入し、しかる後に基板下面側からレーザー光を照射し、基板上に形成されている非晶質珪素膜を結晶化させる方法を採用し、TF Tを作製する例である。

【0078】TF Tの詳細は図3に示すものと同様である。本実施例においては、基板をレーザーが透過する必要がある。本実施例においては、レーザー光としてKr Fエキシマレーザーを用いるので、基板としてはKr Fエキシマレーザー（波長353 nm）を透過する石英ガラス基板を用いる。またレーザーとしてXe Fエキシマレーザー（波長353 nm）やそれ以上の波長を有するレーザーを用いれば、ガラス基板（コーニング7059）を用いることができる。

【0079】まず自然酸化膜を取り除くためのフッ酸処理を石英ガラス表面に対して行った後、薄い酸化膜を20 Å程度の厚さに酸素雰囲気でのUV光の照射によって成膜する。この薄い酸化膜の作製方法は、過水処理や熱酸化による方法でもよい。

【0080】そして10 ppmのニッケルを含有した酢酸塩溶液を塗布し、5分間保持し、スピナーを用いてスピンドライを行う。その後、非晶質珪素膜をプラズマCVD法によって500 Åの厚さに成膜する。非晶質珪素膜の成膜は、減圧熱CVD法によるものであってもよい。

【0081】次に、550度、1時間の加熱によって、珪素膜を一部結晶化させる。この工程によって、非晶質珪素膜の下面（石英基板と接する面側）に結晶核が生成する。この結晶核が後のレーザー結晶化工程における結晶核として作用する。この加熱処理を行うことによって、非晶質成分と結晶成分とが混在した珪素膜を得られる。

【0082】そしてKr Fエキシマレーザー光を基板側より200~300 mJで照射することにより、結晶性珪素膜を得る。このレーザー光の照射工程においては、基板を400℃程度に赤外線ランプによって加熱する。この工程によって、結晶成分に存在している結晶核を核として結晶成長が行なわれる。

【0083】こうして結晶性を有する珪素膜を得たら、実施例3と同様な工程を経て、図3に示すようなTF Tを完成する。本実施例で得られたTF Tは、実施例3で

示す方法で作製したTF Tと同様な特性を有するものであった。

【0084】〔比較例〕本比較例は、実施例4に示す構成において、レーザー光の照射方向を下面に結晶核が導入された非晶質珪素膜の上面側（表面側）からとした例である。この場合、結晶核を導入する工程の影響は殆ど観察されず、単にレーザー光を照射し結晶化を行った場合と同様の効果が得られたのみであった。本比較例から、非晶質膜の一方の面側に結晶核を導入し、他方の面からレーザー光を照射しても大きな効果は得られないことが確認される。

【0085】〔実施例5〕本実施例は、触媒元素を用いた結晶核の導入工程において、結晶核の生成を加熱によるのではなく、強光の照射によって行う例である。本実施例においては、実施例3に示すように、まず非晶質珪素膜を成膜し、しかるのちに触媒元素を導入し結晶核を生成させる方法について説明する。

【0086】まず実施例3と同様にガラス基板上に非晶質珪素膜を成膜する。そして極薄い酸化珪素膜を成膜し、ニッケルを重量換算で25 ppm含有した酢酸塩溶液を実施例1に示した工程と同様にして塗布する。

【0087】その後、波長1.2 μmの赤外光を非晶質珪素膜の表面側から照射することによって、非晶質珪素膜表面に結晶核を生成させる。赤外線の光源としてはハロゲンランプを用いる。赤外光の強度は、モニターの単結晶シリコンウェハー上の温度が900~1200℃の間にあるように調整する。具体的には、シリコンウェハーに埋め込んだ熱電対の温度をモニターして、これを赤外線の光源にフィードバックさせる。本実施例では、昇温は、一定で速度は50~200℃/秒、降温は自然冷却で20~100℃とする。この赤外光照射は、珪素膜を選択的に加熱することになるので、ガラス基板への加熱を最小限に抑えることができる。

【0088】この工程によって、非晶質珪素膜の表面に結晶核を生成させることができる。後の工程は実施例3と同様である。また、実施例4に示したように、非晶質珪素膜の基板と接する面側に触媒元素を導入し、しかる後に赤外光を非晶質珪素膜側、あるいは基板裏面側から照射することによって、非晶質珪素膜の基板と接する面側に結晶核を生成させることもできる。

【0089】〔実施例6〕図4に本実施例の作製工程の断面図を示す。まず、基板（コーニング7059）501上にスパッタリング法によって厚さ2000 Åの酸化珪素の下地膜502を形成する。基板は、下地膜の成膜の前もしくは後に、歪み温度よりも高い温度でアニールをおこなった後、0.1~1.0℃/分で歪み温度以下まで徐冷すると、その後の温度上昇を伴う工程（本発明の熱酸化工程およびその後の熱アニール工程を含む）での基板の収縮が少なく、マスク合わせが用意となる。コーニング7059基板では、620~660℃で1~4

時間アニールした後、 $0.03 \sim 1.0^\circ\text{C}/\text{分}$ 、好ましくは、 $0.1 \sim 0.3^\circ\text{C}/\text{分}$ で徐冷し、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ まで温度が低下した段階で取り出すとよい。

【0090】次に、プラズマCVD法によって、厚さ $500 \sim 1500 \text{ \AA}$ 、例えば 1000 \AA の真性(I型)の非晶質珪素膜を成膜する。そして、実施例1で示した方法により非晶質珪素膜の表面に結晶化を助長する触媒元素としてニッケルを導入する。そして窒素雰囲気(大気圧)、 550°C 、1時間アニールして、非晶質珪素膜の表面に結晶核を導入する。さらにKrFエキシマレーザーを照射し、結晶化せしめる。そして、珪素膜を $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ 角の大きさにパターンニングして、島状の珪素膜(TFTの活性層)503を形成する。(図4(A))

【0091】その後、 $70 \sim 90\%$ の水蒸気を含む1気圧、 $500 \sim 750^\circ\text{C}$ 、代表的には 600°C の酸素雰囲気(酸素/珪素=1.5~1.9の比率でパイロジェニック反応法を用いて形成する。かかる雰囲気中において、3~5時間放置することによって、珪素膜表面を酸化させ、厚さ $500 \sim 1500 \text{ \AA}$ 、例えば 1000 \AA の酸化珪素膜504を形成する。注目すべきは、かかる酸化により、初期の珪素膜は、その表面が 50 \AA 以上減少し、結果として、珪素膜の最表面部分の汚染が、珪素-酸化珪素界面には及ばないようになることである。すなわち、清浄な珪素-酸化珪素界面が得られることである。酸化珪素膜の厚さは酸化される珪素膜の2倍であるので、 1000 \AA の厚さの珪素膜を酸化して、厚さ 1000 \AA の酸化珪素膜を得た場合には、残った珪素膜の厚さは 500 \AA ということになる。

【0092】一般に酸化珪素膜(ゲイト絶縁膜)と活性層は薄ければ薄いほど移動度の向上、オフ電流の減少という良好な特性が得られる。一方、初期の非晶質珪素膜の結晶化はその膜厚が大きいほど結晶化させやすい。さらに、この熱酸化においては、再結合中心の存在しやすい非晶質成分、結晶粒界が酸化されやすく、結果的に活性層中の再結合中心を減少させるという特徴も有する。このため製品の歩留りが高まる。

【0093】熱酸化によって酸化珪素膜504を形成したのち、基板を一酸化二窒素雰囲気(1気圧、 100%)、 600°C で2時間アニールする。(図4(B))引き続き、減圧CVD法によって、厚さ $3000 \sim 8000 \text{ \AA}$ 、例えば 6000 \AA の多結晶珪素($0.01 \sim 0.2\%$ の燐を含む)を成膜する。そして、珪素膜をパターンニングして、ゲイト電極505を形成する。さらに、この珪素膜をマスクとして自己整合的に、イオンドーピング法(プラズマドーピング法とも言う)によって、活性層領域(ソース/ドレイン、チャネルを構成する)にN導電型を付与する不純物(ここでは燐)を添加する。ドーピングガスとして、フォスフィン(PH_3)を用い、加速電圧を $60 \sim 90 \text{ kV}$ 、例えば 80 kV と

する。ドーピング量は $1 \times 10^{15} \sim 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とする。この結果、N型の不純物領域506と507が形成される。

【0094】その後、レーザー光の照射によってアニールを行う。レーザー光としては、KrFエキシマレーザー(波長 248 nm 、パルス幅 20 nsec)を用いたが、他のレーザーであってもよい。レーザー光の照射条件は、エネルギー密度が $200 \sim 400 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、例えば $250 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ とし、一か所につき $2 \sim 10$ ショット、例えば2ショット照射する。このレーザー光の照射時に基板を $200 \sim 450^\circ\text{C}$ 程度に加熱することによって、効果を増大せしめてもよい。(図4(C))

【0095】また、この工程は、近赤外光によるランプアニールによる方法でもよい。近赤外線は非晶質珪素よりも結晶化した珪素へは吸収されやすく、 1000°C 以上の熱アニールにも匹敵する効果的なアニールを行うことができる。その反面、ガラス基板(遠赤外光はガラス基板に吸収されるが、可視・近赤外光(波長 $0.5 \sim 4 \mu\text{m}$)は吸収されにくい)へは吸収されにくいので、ガラス基板を高温に加熱することがなく、また短時間の処理ですむので、ガラス基板の縮みが問題となる工程においては最適な方法であるといえる。

【0096】続いて、厚さ 6000 \AA の酸化珪素膜508を層間絶縁物としてプラズマCVD法によって形成する。この層間絶縁物としてはポリイミドを利用してもよい。さらにコンタクトホールを形成して、金属材料、例えば、窒化チタンとアルミニウムの多層膜によってTFTの電極・配線509、510を形成する。最後に、1気圧の水素雰囲気(350°C、30分)のアニールを行い、TFTを完成する。(図4(D))

【0097】上記に示す方法で得られたTFTの移動度は $110 \sim 150 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、S値は $0.2 \sim 0.5 \text{ V}/\text{桁}$ であった。また、同様な方法によってソース/ドレインにホウ素をドーピングしたPチャネル型TFTも作製したところ、移動度は $90 \sim 120 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、S値は $0.4 \sim 0.6 \text{ V}/\text{桁}$ であり、公知のPVD法やCVD法によってゲイト絶縁膜を形成した場合に比較して、移動度は2割以上高く、S値は20%以上も減少した。また、信頼性の面からも、本実施例で作製されたTFTは 1000°C の高温熱酸化によって作製されたTFTにひけをとらない良好な結果を示した。

【0098】〔実施例7〕図7には、1枚のガラス基板上にディスプレイから、CPU、メモリーまで搭載した集積回路を用いた電気光学システムのブロック図を示す。本実施例は、本発明を利用したTFTを用いて、集積化された電気工学システム(液晶ディスプレイ)を構成する例に関する。

【0099】ここで、入力ポートとは、外部から入力された信号を読み取り、画像用信号に変換し、補正メモリーは、アクティブマトリクスパネルの特性に合わせて入

力信号等を補正するためのパネルに固有のメモリーである。特に、この補正メモリーは、各画素固有の情報を不揮発性メモリーとして融資、個別に補正するためのものである。すなわち、電気光学装置の画素に点欠陥のある場合には、その点の周囲の画素にそれに合わせて補正した信号を送り、点欠陥をカバーし、欠陥を目立たなくする。または、画素が周囲の画素に比べて暗い場合には、その画素により大きな信号を送って、周囲の画素と同じ明るさとなるようにするものである。画素には、液晶73、キャパシタ72、TFT71が配置されている。

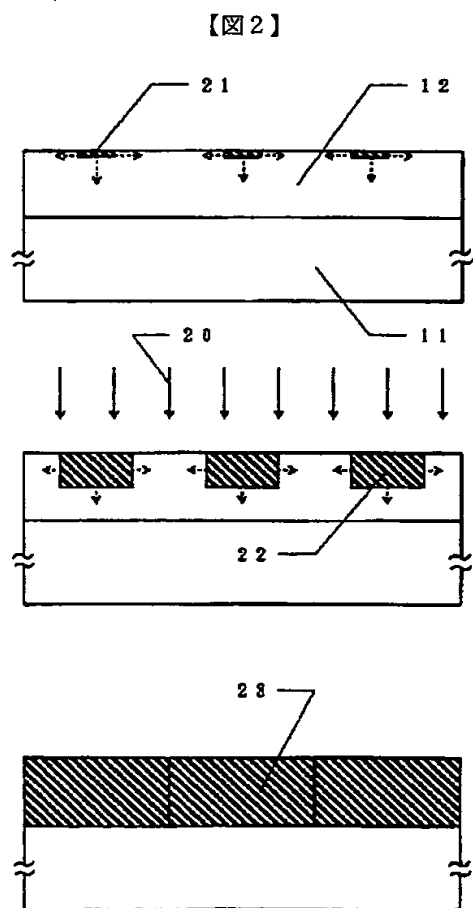
【0100】CPUとメモリーは通常のコンピュータのものと同様で、特にメモリーは各画素に対応した画像メモリーをRAMとして持っている。また、画像情報に応じて、基板を裏面から照射するバックライトを変化させることもできる。

【0101】

【効果】触媒元素を導入して非晶質珪素膜の表面側に結晶核を生成させ、しかる後に結晶核を導入した面側にレーザー光または強光を照射することによって、結晶性良好な結晶性珪素膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の工程を示す



【図2】 実施例の工程を示す。

【図3】 実施例の作製工程を示す。

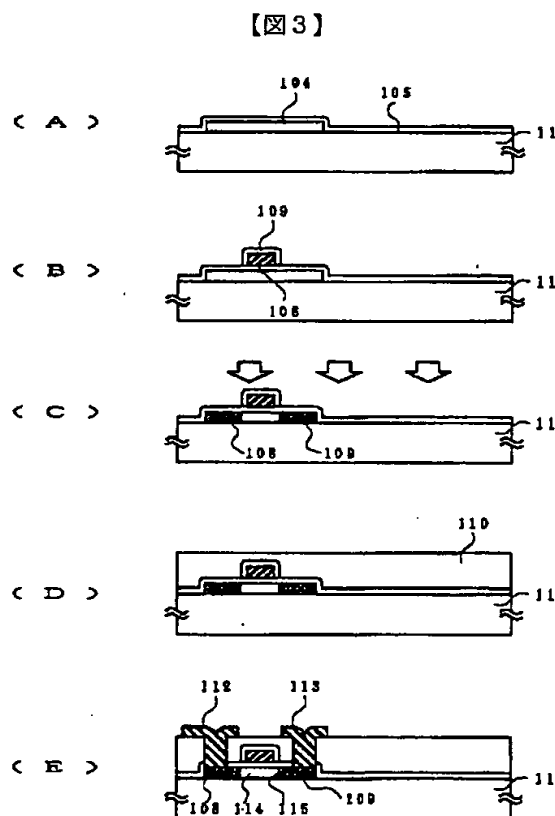
【図4】 実施例の作製工程を示す。

【図5】 実施例の作製工程を示す。

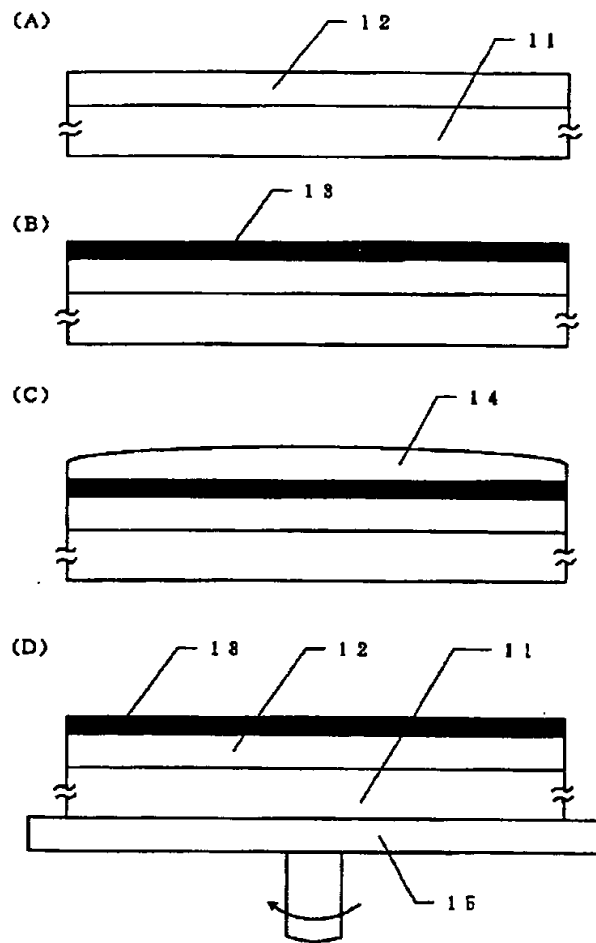
【図6】 結晶化した珪素薄膜の断面写真を示す。

【符号の説明】

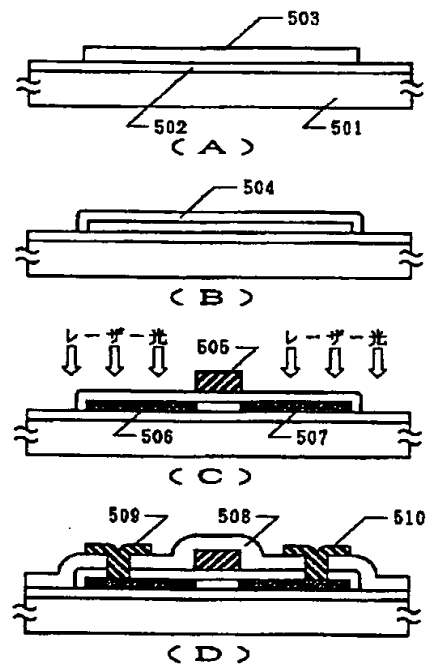
- 11・・・ガラス基板
- 12・・・非晶質珪素膜
- 13・・・酸化珪素膜
- 14・・・ニッケルを含有した酢酸溶液膜
- 15・・・スピナー
- 11・・・ガラス基板
- 104・・・活性層
- 105・・・酸化珪素膜
- 106・・・ゲイト電極
- 109・・・酸化物層
- 108・・・ソース/ドレイン領域
- 109・・・ドレイン/ソース領域
- 110・・・層間絶縁膜（酸化珪素膜）
- 112・・・電極
- 113・・・電極



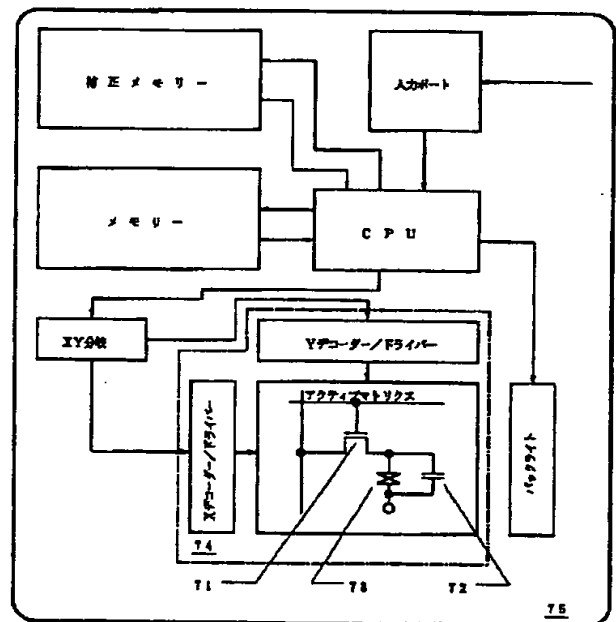
【図1】



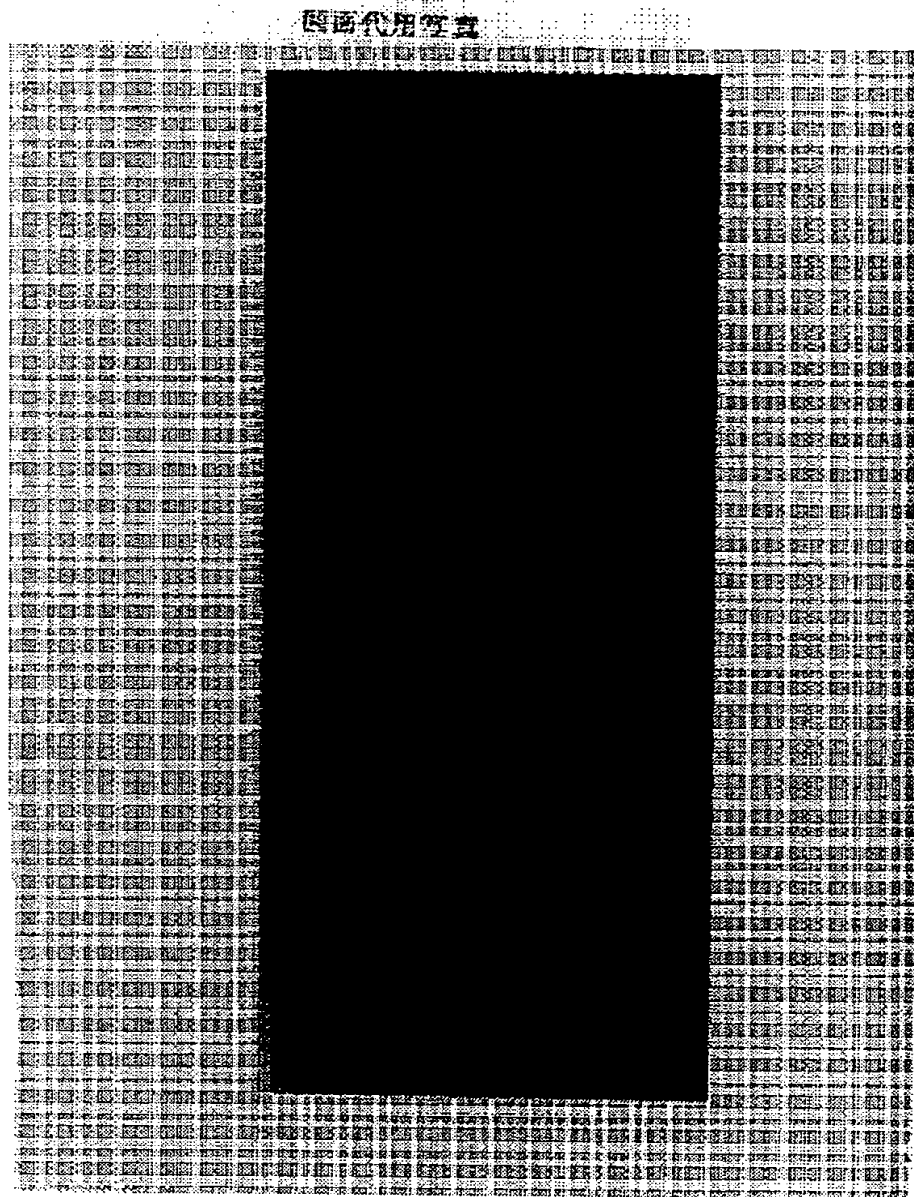
【図4】



【図5】



【図6】



写真

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 29/786

21/336

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所